

Posudek na disertační práci Ing. Martina Hrabiny

Development of Algorithms for Gunshot Detection (Vývoj algoritmů pro rozpoznávání výstřelů)

**Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav radioelektroniky**

Tématem práce je detekce a analýza výstřelů z loveckých zbraní podle akustických záznamů. Jedná se o signály, které se vyskytují v divočině a v přírodních rezervacích. Způsob řešení se značně podobá rozpoznávání řeči - autor používá MFCC koeficienty a k nim přidává speciální příznaky odvozené z časového průběhu výstřelů. Klasifikátor je založen na neuronových sítích. Vyvinuté algoritmy optimalizují i výběr akustických parametrů. Spolehlivost vyvinutých algoritmů byla testována jak v simulovaných, tak i v reálných podmínkách. Touto problematikou se autor začal zabývat již ve své diplomové práci.

Během testování používá doktorand různé typy a různé hladiny šumů. Zvuky byly kombinovány se zvukem deště a se zvuky vydávanými různými stroji, které také obsahují šum v souladu se SNR. Graficky porovnává tyto šумы v obou oblastech, spektrální i časové. Porovnává koeficienty LPC, LPCC a MFCC. Používá a srovnává metody GMM a HMM, SVM a RBF. Při porovnání aplikací neuronových sítí - je provedeno velmi široce, od dopředných plně propojených neuronových sítí ke konvolutorním a rekurentním neuronovým sítím – vychází z příspěvku na evropské konferenci.

Disertační práce by měla, podle mého názoru, obsahovat všechny náležitosti obvyklé pro všechny typy kvalifikačních prací. Tedy i vytčené cíle. Předložená práce je však neobsahuje. Předpokládám, že se jedná o nedopatření, zaviněné časovými možnostmi doktoranda. Kromě této výtky je předkládaná disertační práce po formální a technické stránce na odpovídající úrovni.

Předložená disertační práce má 85 stran, je členěna do 11 kapitol, obsahuje 58 obrázků, 37 tabulek, soupis zkratk a 88 položek prostudovaných publikací (z toho 11 je internetových odkazů).

Vlastní autorova publikační činnost není velká (uvádí pouze 6 položek publikovaných samostatně a se školitelem), jsou to příspěvky na konferencích a sympoziích a 1 časopisecká publikace. To vypovídá jen velmi málo o autorově schopnosti vědecky pracovat a informovat odbornou veřejnost o dosažených výsledcích. Postrádám také informaci o tom, zda je tato práce součástí nějakého konkrétního výzkumného projektu.

Velmi kladně hodnotím přehledné uvedení existujících databází a vytvoření vlastních databází výstřelů a jejich porovnání z pohledu detekce a klasifikace. Je to velmi náročná práce obsahově i časově. Databáze jsou velmi různorodé, obsahují kromě výstřelů i jiné zvuky, např. exploze, hluk motoru, vrtání, sirény, zvuky z dětského hřiště, štěkání psa, pouliční hudbu. Databáze se liší i délkou nahrávek (od 108 minut do 27 hodin), jsou anotované i bez označení. Velmi zajímavá je 4. kapitola, která se zabývá aplikovatelností zkoumané úlohy. Doktorand se zamýšlí nad výskytem ilegálního použití zbraní nejen ve městech, ale i v divočině. Zamýšlí se nad špatnou dostupností těchto databází, a tím jejich malým využitím.

K práci mám několik formálních i odborných připomínek.

- Podle mého názoru teoretické aspekty MFCC koeficientů jsou osobám se vzděláním slaboproudých inženýrů dostatečně známé, stejně tak studentům vyšších ročníků FEL. Nepovažuji proto za vhodné je podrobně rozebírat. Domnívám se, že podkapitola 5.2. by neměla být součástí disertační práce (tato poznámka neplatí pro aplikace MFCC pro analýzu výstřelů).
- V textu pod obrázky by mělo vždy být napsáno, jedná-li se o originální nebo převzatý obrázek.

- Str. 12 – konstatujete, že časové i frekvenční průběhy výstřelu a praskání větví jsou podobné. Já nemám ten pocit při jejich porovnání.
- Str. 14 – v textu chybí u mezinárodních projektů odkazy na publikace, citace projektu INDECT se objevuje až na str. 17, i když první zmínka o něm je na str. 14.
- Str. 20 – co znamená apostrof ve jmenovateli výrazů (5), (6) a (7)?
- Str. 22 – vhodnější je použít stejná měřítka na osách grafu.
- Str. 36 – na obr. 29 a 31 není stejné měřítko, srovnání je pak obtížnější.
- Str. 43 – nesouhlasím s názorem, že SVM patří mezi komplexnější a z hlediska výkonu lepší metody učení s učitelem.
- Neuronové sítě nepatří jen mezi strojové učení s učitelem, ale patří sem i samoorganizace.
- Str. 46 – počet trénovačích epoch u BPG algoritmu může být i menší, než vámi udávané stovky až tisíce. Zejména v lékařských aplikacích jsou to často jen jednotky nebo desítky epoch za předpokladu předzpracování dat, případně při optimální volbě parametrů (je nutná znalost problematiky).
- Str. 61, 62 – číselné hodnoty z experimentů je vhodnější shrnout v tabulkách, jejich uvedení v textu je pro čtenáře nepřehledné.

Dotazy:

- Na str. 20 se zmiňujete o Vámi používané architektuře neuronové sítě (Matlab, 1 skrytá vrstva s 10 neurony). Uvažoval jste i jiný počet vrstev nebo neuronů? Pokud ne, proč jste zvolil právě tyto hodnoty?
- Máte vrstevnatou neuronovou síť a rozhodujete se o volbě aktivační funkce. Kdy (v jakých vrstvách) použijete funkce nelineární (např. sigmoidálního charakteru) a kdy lineární funkce. Vysvětlíte podrobněji. Zmiňujete se o aktivačních funkcích např. na str. 44, ale zdá se mi to nepřehledné.
- Jak souvisí hodnoty v tabulce 20 s grafem na obr. 55 (str. 63)?

Na závěr konstatuji, že předložená disertační práce je zajímavá, odpovídá kvalitě, která je požadovaná pro tento typ práce. Ke splnění cílů se nemohu vyjádřit, text předložené disertační práce pana Ing. Hrabiny je neobsahuje. Dále konstatuji, že moje připomínky nesnižují kvalitu disertační práce. Navržené algoritmy pro rozpoznání výstřelů a vytvoření specifické databáze považuji za vlastní přínos disertanta pro výzkum a aplikace. Za získanými výsledky se skrývá velmi mnoho užitečné práce. Domnívám se, že na základě získaných výsledků bude možné v budoucnu ve výzkumu pokračovat.

Předložená disertační práce odpovídá, podle mého soudu, obecně uznávaným požadavkům na udělení akademického titulu Ph.D. Pan Ing. Hrabina projevilschopnost podílet se na výzkumu, z předložené disertační práce vyplývá jeho schopnost samostatně vědecky pracovat.

Disertační práci doporučuji k obhajobě.

V Praze 22. 11. 2019

Prof. Ing. Jana Tučková, CSc.
Katedra teorie obvodů, FEL ČVUT v Praze